



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO  
ALUMINIUM 2024 HASIL PROSES *DRY SHOT PEENING***

**TUGAS AKHIR**

**SYLVESTER YOHANES G. A. H.**

**L2E 006 084**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG**

**SEPTEMBER 2011**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama: Sylvester Yohanes Gerardus Arga Herlambang  
NIM : L2E 006 084

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Yurianto, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Analisa sifat mekanis dan struktur mikro aluminium 2024  
hasil proses *dry shot peening*

Isi Tugas :

- 1) Membahas pengaruh proses *dry shot peening* dengan variasi intensitas tembakan terhadap sifat mekanis dan struktur mikro aluminium alloy 2024.
- 2) Melakukan pengujian meliputi :
  - Uji tarik
  - Uji kekerasan mikro
  - Uji kekasaran permukaan
  - Uji mikrofografi

Semarang, September 2011

Pembimbing




Ir. Yurianto, MT  
NIP. 195507271986031002

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Sylvester Yohanes G. A. H.

NIM : L2E 006 084

Tanda Tangan : 




Tanggal : September 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Sylvester Yohanes Gerardus Arga Herlambang  
NIM : L2E 006 084  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa sifat mekanis dan struktur mikro aluminium 2024 hasil proses *dry shot peening*

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

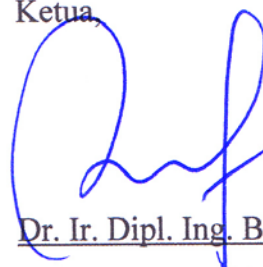
### TIM PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Yurianto, MT	(  )
Penguji	: Ir. Sumar Hadi Suryo	(  )
Penguji	: Ir. Budi Setiyana, MT	(  )

Semarang, September 2011

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK

NIP.195907221987031003

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sylvester Yohanes Gerardus Arga Herlambang  
NIM : L2E 006 084  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO ALUMINIUM 2024  
HASIL PROSES DRY SHOT PEENING.**

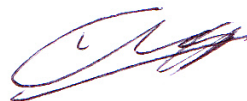
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : September 2011

Yang menyatakan



( Sylvester Yohanes G. A. H. )

NIM. L2E006084

## ABSTRACT

*Aeroplane had become main transportation because time to go through is faster than other transportation. To add fatigue life use various treatment, one of them is dry shot peening. Dry shot peening is one of surface treatment process, by shooting steel balls that have small diameter to the surface of material with a purpose to gives residual compressive stress at surface to increase material strength.*

*This study examines influence of dry shot peening on aluminium 2024. This study aims to know influence of dry shot peening process to mechanical properties and microstructure. Dry shot peening is done with various intensity variation 0,006A, 0,007A, 0,008A, 0,009A, and 0,010A. Examination is tensile test, hardness test, surface roughness test, and micrographic.*

*Result of research indicates that tensile strength value is increasing than aluminium 2024 normal condition. Maximum tensile strength in intensity 0,007A is 495,697 MPa. Improvement of hardness also happened with highest number at intensity 0,010A by 226,85 VHN and the biggest surface roughness at intensity 0,010A is 4,905  $\mu\text{m}$ .*

*Keyword: dry shot peening, residual of compressive stress, intensity*

## ABSTRAK

Pesawat terbang telah menjadi alat transportasi utama karena waktu tempuhnya yang lebih singkat dibanding alat transportasi lain. Untuk menambah umur pakai dilakukan berbagai perlakuan, salah satunya *dry shot peening*. *Dry shot peening* adalah salah satu proses *surface treatment*, dengan cara menembakkan bola – bola baja yang berdiameter relatif kecil pada permukaan material dengan tujuan memberikan *residual compressive stress* pada permukaan untuk meningkatkan kekuatan material.

Penelitian ini mengkaji pengaruh *dry shot peening* terhadap aluminium 2024. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses *dry shot peening* terhadap sifat mekanis dan struktur mikro. Pembakan *dry shot peening* dilakukan dengan berbagai variasi tembakan 0,006A, 0,007A, 0,008A, 0,009A, dan 0,010A. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian kekerasn, pengujian kekasaran dan mikrografi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik maksimum mengalami peningkatan dibandingkan aluminium 2024 normal, degan kekuatan tarik maksimum terbesar berada pada intensitas 0,007A sebesar 495,697 MPa. Peningkatan kekerasan juga terjadi dengan angka tertinggi pada intensitas 0,010A sebesar 226,85 VHN dan kekasaran permukaan terbesar pada intensitas 0,010A sebesar 4,905  $\mu\text{m}$ .

Kata kunci: *dry shot peening*, *residual compressive stress*, intensitas

## **MOTTO**

Hidup itu sederhana, ambillah sebuah keputusan dan jangan pernah menoleh ke belakang untuk menyesalinya.



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada :

- 🌈 Kedua orang tuaku, Bapak Victor Damianus Admiko Widodo dan Ibu Yustina Isti Purwani yang telah memberikan dukungan baik secara moral dan material.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “*Analisa sifat mekanis dan struktur mikro aluminium 2024 hasil proses dry shot peening*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Budiwuraskito selaku direktur aircraft service PT. Dirgantara Indonesia atas nasehat, kesempatan dan bantuannya.
2. Ir. Kusno Agus selaku pembimbing lapangan PT. Dirgantara Indonesia atas pengarahan selama penelitian di perusahaan.
3. Ir. Yurianto, MT selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan-pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman seangkatan 2006 dan semua pihak yang telah membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penulisan analisis ini masih terdapat banyak kekurangan. Hal itu semata-mata kelalaian dan kekurangan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan pada penulisan berikutnya.

Penulis berharap semoga tulisan yang telah penulis susun ini bisa bermanfaat dan memberi kebaikan bagi penulis secara pribadi dan pembaca.

Semarang, September 2011

Penulis.

## DAFTAR ISI

<b>TUGAS SARJANA</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<b>MOTTO</b>	<b>viii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xvi</b>
<b>NOMENCLATURE</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I</b>	<b>xvii</b>
<b>PENDAHULUAN</b>	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Tujuan dan Manfaat Penulisan .....	Error! Bookmark not defined.
1.2.1 Tujuan Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.2 Manfaat Penulisan .....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah .....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Metoda Penulisan .....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Sistematika Penulisan .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB II</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>DASAR TEORI</b>	Error! Bookmark not defined.
2.1 Dry Shot Peening .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Pengertian <i>Dry Shot Peening</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Proses <i>Dry Shot Peening</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Intensitas <i>dry shot peening</i> .....	Error! Bookmark not defined.

2.1.4	Variabel yang mempengaruhi <i>dry shot peening</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.1	<i>Shot Velocity</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.2	<i>Type of shot</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.3	<i>Shot hardness</i> ....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.4	<i>Shot Quality</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.5	<i>Impact angle</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.6	<i>Peening time</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.4.7	<i>Shot size</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.5	Mekanisme penguatan <i>dry shot peening</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.6	Pengaruh <i>dry shot peening</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1.7	Keuntungan dan kerugian proses <i>Dry shot peening</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2	Pengerasan Regangan ( <i>Strain Hardening</i> )...	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB III</b>		Error! Bookmark not defined.
<b>METODA PENELITIAN</b>		Error! Bookmark not defined.
3.1	Metoda Penelitian .....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Pembuatan Spesimen .....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Alat Pengujian .....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Penentuan intensitas tembakan .....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Pengujian Spesimen .....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Pengujian Tarik .....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Pengujian Mikrografi .....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Pengujian Kekerasan .....	Error! Bookmark not defined.
3.3.4	Pengujian Kekasaran Permukaan .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB IV</b>		Error! Bookmark not defined.
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		Error! Bookmark not defined.
4.1	Data Hasil Pengujian .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Hasil pengujian Tarik .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Hasil pengujian Kekerasan .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Hasil pengujian Kekasaran .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	Hasil pengujian Mikrografi .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.5	Hasil pengujian Fractografi .....	Error! Bookmark not defined.

4.2	Pembahasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Uji tarik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1.1	Ultimate Tensile Strength ( UTS )	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1.2	Elongation dan Yield Strength	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1.3	Modulus Elastisitas	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Kekerasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3	Kekasaran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4	Mikrografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5	Fractografi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6	Cacat akibat proses <i>dry shot peening</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PENUTUP</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses terjadinya <i>dry shot peening</i> [8]....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2 Proses <i>Dry Shot Peening</i> [2] .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3 Penyaring <i>shot particle</i> dengan udara [3]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4 Penggambaran pengaruh penguatan terhadap intensitas penembakan [13]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.5 Cara kerja pengukuran intensitas tembakan [10]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.6 Parameter yang mempengaruhi intensitas tembakan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.7 Contoh tegangan sisa yang diakibatkan oleh <i>dry shot peening</i> [9]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.8 (a) diagram distribusi tegangan material normal saat menerima beban (b) distribusi tegangan akibat <i>dry shot peening</i> (c) resultan beban pada material dengan proses <i>dry shot peening</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.9 Pengaruh <i>dry shot peening</i> pada permukaan material [13]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.1 Skema Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2 Mesin manual <i>dry shot peening</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3 (a) Dimensi <i>Almen test strip</i> A [12] (b) bentuk <i>almen test strip</i> A	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.4 Dimensi <i>Almen Test Strip Holder</i> [12] (b) bentuk <i>almen test strip holder</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.5 <i>Almen test gage</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.6 pembacaan intensitas menggunakan <i>almen test gauge</i> [10]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.7 Diagram alir penentuan intensitas tembakan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.8 Spesimen untuk pengujian tarik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.9 Spesimen untuk pengujian Mikrografi dan kekerasan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.10 Spesimen untuk pengujian kekasaran permukaan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.11 Diagram Alir Proses Pengujian Tarik...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.12 Alat uji tarik Instron 850i [19].....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.13 Diagram Alir Proses Pengujian Mikrografi	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.14 Microscope Nikkon Eclipse LV 150 [19]	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.15 Diagram Alir Proses Pengujian Microhardness	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 3.16 Microhardness Tester Zwick 3212 [19] **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.17 Diagram Alir Proses Pengujian Kekasaran Permukaan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.18 Surfcoorder Surface roughness SE 1700 [19] **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Jarak identor *microhardness vickers* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Hasil mikrofografi aluminium alloy 2024 (a) kondisi normal (b) intensitas 0,006A (c) intensitas 0,007A (d) intensitas 0,008A (e) intensitas 0,009A (f) intensitas 0,010A..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Topografi dari permukaan dry shot peening(a) kondisi normal (b) intensitas 0,006A (c) intensitas 0,007A (d) intensitas 0,008A (e) intensitas 0,009A (f) intensitas 0,010A..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Hasil pengujian fractography perbandingan antara aluminium 2024 kondisi normal (bawah) dengan aluminium 2024 dengan intensitas 0,010A (atas) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Grafik tegangan tarik maksimum ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Grafik elongation..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Grafik Yield Strength..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Grafik kekerasan *vickers* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Grafik kekasaran permukaan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Profil permukaan hasil *dry shot peening* [13] **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Gambar pengintian *crack* pada kiri aluminium 2024 tanpa perlakuan dan kanan aluminium 2024 dengan *dry shot peen*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Gambar terjadinya *fold* dan *micro-crack* pada aluminium 2024 a) normal b) intensitas 0,006A c) intensitas 0,007A d) intensitas 0,008A e) intensitas 0,009A f) intensitas 0,010A ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter penembakan <i>dry shot peening</i> ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.2 Sifat mekanis aluminium 2024 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3.3 Pembuatan spesimen .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.1 Nilai kekuatan tarik aluminium alloy 2024	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2 Nilai Modulus Elastisitas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3 Nilai kekerasan Vickers.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4 Nilai kekasaran permukaan aluminium alloy 2024	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## NOMENCLATURE

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Tekanan udara	psi, bar
Ts	Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai <i>full coverage</i> pada part	Sekon
Ap	Luas permukaan <i>area</i> yang akan di <i>shot peen</i>	m <sup>2</sup>
Aa	Luas permukaan Almen	m <sup>2</sup>
Ts	Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai saturasi	Sekon
E	Modulus Elastisitas	N/m <sup>2</sup> , Gpa
E	Regangan	%
Σ	Tegangan	kgf/mm <sup>2</sup> , Mpa
V	Kecepatan	m/s
Z	Kedalaman	M
P	Beban	N, kgf
D	Diagonal rata – rata indentasi	M
A	Sudut muka indenter	°
A	Satuan <i>Almen test strip</i>	Inch
Ra <sub>ave</sub>	Kekasaran permukaan rata – rata	μm
Ra <sub>max</sub>	Kekerasan permukaan maksimal	μm
Ra <sub>min</sub>	Kekerasan permukaan minimal	μm